

広島大学大学院 ○中神善彰

広島大学総合科学部 海堀正博

1. はじめに

過剰間隙水圧発生を原因とする流動型崩壊を再現するために非排水三軸試験をおこなった。これまで主として飽和度の高い条件下で、間隙比や粒度の影響を研究してきたが、自然斜面においては完全な飽和状態を想定するのは難しいこと、また、完全な飽和状態でなくとも過剰間隙水圧が発生しうることから、飽和度を下げた条件でも実験を行い、その中で見られた流動の分類を試みた。

2. 実験方法

使用した三軸装置は供試体の上部と下部の2カ所で間隙水圧を測定できる。その他、軸圧、変位、側圧を測定できる。また供試体は直径 10cm × 高さ 25cm のものを使用した。試験は応力制御式を採用し、試験中は供試体からの水の出入りをさせない方式（いわゆる非排水条件）とした。用いた試料は豊浦標準砂とまさ土である。地下に水みちがあるようなところでは細粒分が除去されていることをふまえて、まさ土は細粒分を除去したものとそのままのものを使用した。

3. 流動の形態

供試体の流動形態は視覚的にある程度確認できる。視覚的に流動形態を分けていく際に供試体の変形、変位、そして変位のすすむ速さに注目した。そこで3つに分けることができた。終了時のそれぞれの供試体の様子を写真①～③に示す。

- ① 供試体が一瞬で固体としての支持力を失い
液体的になる流動
- ② 供試体が骨格構造すべてでないが、支持力を
大きく失い、半液体的になる流動
- ③ 供試体が骨格構造をある程度保持しながら、
もとの形を残して変形していく固体的な流動

次にこれらの流動形態について各種センサーから得た実験データにそくして量的な整理を行う。流動

形態に大きく影響する要因として、発生した間隙水圧の大きさ、それによる強度低下、変形の速度があげられる。そこで、間隙水圧については初期有効応力を消失させた割合で、強度低下については試験終了時の軸応力の大きさで、変形の速度については最大変位速度の大きさでそれぞれ検討することとした。以下に破壊形態を量的に整理したものを記す。

①現象：終了時に初期有効応力を 100% 消失させる間隙水圧が発生。終了時に軸圧は 0 となり強度を失っている。最大変位速度は 100mm/s 以上であるが変位計が土粒子の速度についていくことができないほど大きいためここでは正確な値は不明

②の現象：終了時に初期有効応力を 80%～100% させる間隙水圧が発生。終了時に軸圧はほぼ 0 となり強度を失っている。最大変位速度は 90～120mm/s

③の現象：初期有効応力を一瞬でも 80% 以上消失させる間隙水圧が発生終了時の軸圧は小さいもののプラスの値を示す。最大変位速度は 90～120mm/s

次に得られたデータから流動の形態を考えてみると、変位が大きく進み始める時を変形の始まりと考えると、変形が始まる要因としては I. 有効応力がほぼ 0 となってから変位がすすみ始める時と II. 有効応力が減少していくことにより、抵抗力が弱められ、その結果変位がすすみ始める時がある。I は上述した①液体的な流動をとる場合のもので、II は②、③の流動形態の場合である。②、③の違いは視覚的に、より液体的な流動をとるか、固体的な流動をとるかということである。ほとんどの実験は II の形態をとっており、その過程で間隙水圧は初期有効応力の 70～100% 発生し、終了時の軸圧は 0 かまたはごく小さいプラスの値を示す。そこで、軸圧が全くなくなるのか、少しもあるのかということに注目して半液体的な流動であるか、または固体的な流動であるかを分類してみると、視覚的な判断から分類する②、③とおおよそ一致した。しかし、得られたデータか

ら流動形態を分類しようとしてもあまり大きな差はないため困難である。

4. 土の種類による考察

間隙比と飽和度の違いによる流動形態①～③の分布を図1に示す。標準砂であるかまさ土であるかによって間隙比の分布が異なるが、流動の形態が飽和度低下にしたがって液体的な流動から固体的な流動へと変わっていくことは一致する。ほぼ飽和している時でも、まさ土では間隙比0.7程度では③の現象であり、液体的な流動はしない。また①の現象は標準砂の時にだけ起きており、そのときの間隙比は1以上である。まさ土の場合でも間隙比が1以上であれば①の現象が起こる可能性があるが、そのような供試体を作製することは容易ではなく、まさ土で①の現象はまれにしか起きないと考えられる。

次に不飽和の特性を考えてみる。不飽和状態になると供試体中で水分状態が一様でなくなる。そのため試験中における供試体内部での間隙水圧の発生も一様でなくなり、部分的な流動の様子も異なってくる。この実験では飽和度70～100%近くまでを行っている。①、②の流動形態は飽和度80%以上の時に起こっており、それ以下では③の流動形態となつた。つまり完全飽和ではなくても、それに近い飽和度があれば液体的～半液体的な流動をすると言える。また一様でない場合でも供試体全体を液体的な流動にするだけの間隙水圧が発生するということもできる。一方、③の流動形態をとるものの中では供試体全体としては骨格を保持したまま変形していくが、部分的に液体的な流動をしているものもある。これ

はサクションが大きければするために供試体全体にわたっては間隙水圧が大きくならず、供試体の中の水分量が多いところでだけ大きくなり、部分的に液体的な流動が起こるためである。

以上のことから次のようなことがいえる。

1. 流動形態は視覚的判断から液体的なもの、半液体的なもの、固体的なものの3つに大別できた。
2. 変形の速度、発生する間隙水圧の大きさ、終了時の強度などから流動の分類を試みたが、それらの差は僅差であり、これをもって分類できたかといえると疑わしい。
3. (半) 液体的な流動を示したものは飽和度が80%以上の時であった。
4. 固体的な流動を示すものの中にも部分的に液体的な流動を示すものものもあった。

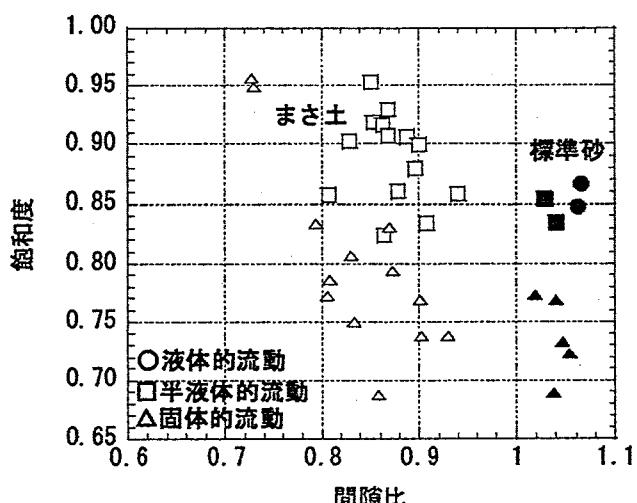
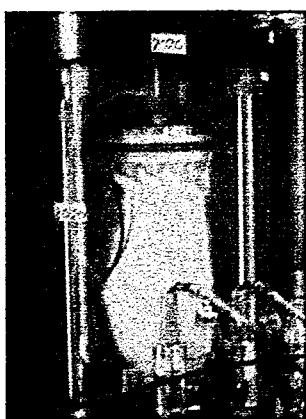


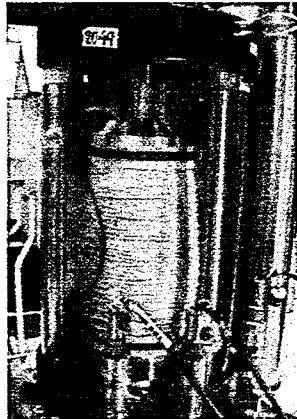
図1 飽和度と間隙比による流動形態の分類



写真①：液体的な流動例



写真②：半液体的な流動例



写真③：固体的な流動例